ملخص للتأثير الكهروضوئي + أسئلة و مسائل وتمارين محلولة

اكتشف العالم هرتز انه عندما يتم تسليط ضوء فوق بنفسجي على سطح معدن معين (الزنك) بأنه يفقد الكتروناته ،عن طريق توصيل هذا المعدن بقرص كشاف كهربائي.

لاحظ هرتز انفراج ورقي الكشاف الكهربائي والسبب تراكم الشحنات الموجبة علية .

س/ ماذا اطلق على هذة الظاهرة ؟ التأثير الكهروضوئي **وعرفها :-**

(انبعاث الالكترونات من اسطح الفلزات عند تعرضها لموجات كهرومغناطيسية مناسبة)

س ـ ماذا تسمى الالكترونات الحره؟ الالكترونات الضوئية

س/ مما تتركب الخلية الكهروضوئية ..؟؟

1- انبوبة من الزجاج أو(الكوارتز) مفرغة من الهواء. لماذا؟؟

لكي لا تعيق جزيئات الهواء حركة الالكترونات

2- صفيحة معدنية على شكل نصف اسطوانة مغطاه بطبقة من السيزيوم ، وتوصل بالطرف السالب للمصدر الكهربائي (كاثود)(مهبط)

3- سلك معدني ، موصل بالطرف الموجب للمصدر الكهربائي (انود) (مصعد)

دراسة ظاهرة التاثير الكهروضوئي:

المرحلة الاولى : تم تسليط ضوء بتردد مناسب وبشدة معينه على سطح المهبط المعدني ، مما ادى الى انبعاث الكترونات ضوئية

تتجه الالكترونات الى المصعد . **لماذا ؟** بسبب وجود فرق جهد بين المصعد والمهبط

يؤدي لمرور تيار كهربائي يمكن قياسه بواسطة جهاز **الميكروأميتر**

المرحلة الثانية : يتم تقليل الجهد الكهربائي للمصعد باستخدام **مجزئ الجهد** أو عن طريق **عكس قطبي البطارية**

ماذا يحدث لقيمة التيار المار ؟ **تقل** ما السبب ؟ تنافر الالكترونات مع المصعد

ولا تصل **إلا** الالكترونات الضوئية السريعة

ومع زيادة الجهد الكهربائي العكسي تدريجيا ، يبدأ التيار يقل الى ان يصل الى الصفر تقريبا.

الأول في الفيزياء عيسى خميس السعدي-مدرسة خنش بن محمد

توقعات النظرية الموجية فى تفسير ظاهرة التاثير الكهروضوئى:

1 - اذا زادت شدة الضوء الساقط ، يزداد عدد الالكترونات المنبعثة ، وتزداد الطاقة الحركية ، ويزداد شدة المجال الكهربائي ، وتزداد سرعة الكترونات المنبعثة

2- التردد لا يؤثر على طاقة الحركة للاكترونات ، وانما الذي يؤثر هو شدة الضوء الساقط

3- تتوزع طاقة الضوء بانتظام على سطح المعدن واذا كانت شدة الضوء الساقط ضعيفة فسيكون هناك تاخر في انبعاث الكترونات ضوئية

توقعات نظرية الفوتون (اينشتاين) فى تفسير ظاهرة التاثير الكهروضوئى:

1-في الضوء احادي اللون جميع الفوتونات تمتلك نفس الطاقة (hf)

الزياده في شدة الضوء تؤدي الى زيادة عدد الفوتونات

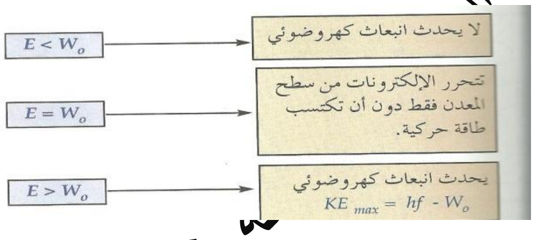
إلا أن طاقة الفوتون لا تتغير طالما ان التردد ثابت

كل فوتون يصطدم بالكترون واحد ويعطيه طاقته (التعامل بشكل فردي)

ولكن الالكترون مرتبط مع النواه بقوه تجاذب **لذلك فهو** بحاجه الى طاقة تمكنه من التحرر من سطح المعدن سميت بدالة الشغل ، وهي تختلف من عنصر لاخر

2-اذا كان تردد الضوء الساقط اقل من دالة الشغل فلن يستطيع الالكترون التحرر من سطح الفلز

اما اذا كان التردد اكبر من دالة الشغل فان الالكترون يتحرر من سطح الفلز مع اكتسابه طاقة حركية عظمى أي ان



$$hf = KE_{max} + W_{\circ}$$

تفسير ظاهرة التاثير الكهروضوئى حسب نظرية اينشتاين :

1- بزيادة شدة الضوء الساقط ، يزداد عدد الفوتونات ، وبالتالي تزداد عدد الالكترونات المنبعثة

وبما ان طاقة الالكترون ثابتة ، فان الطاقة الحركية للالكترونات الضوئية لا تتاثر بزيادة شدة الضوء

2- اذا كان التردد اقل من تردد العتبة ، فلن يكون هناك انبعاث كهروضوئي ، مهما زادت شدة الضوء (علما بان تردد العتبة يختلف من معدن لاخر)

3- اذا زاد تردد الضوء الساقط تزداد الطاقة الحركية العظمى للاكترونات الضوئية

4- اذا تم تسليط ضوء بتردد مناسب على معدن ما ، فانه سيحدث انبعاث كهروضوئي مباشره دون تاخير

تعريفات

الخلية الكهروضوئية : انتفاخ من الزجاج أو الكوارتز الشفاف مفرغ تقريباً من الهواء ويحتوي على الكاثود والأنود

ثابت بلانك : النسبة بين طاقة الفوتون وتردده

جهد الايقاف : اقل جهد يلزم لايقاف الالكترونات ذات اقصى طاقة حركة من الوصول للمصعد

دالة الشغل : أقل طاقة لفوتون تسمح بانبعاث الكترون ضوئي من سطح فلز ما

تردد العتبة : اقل تردد للضوء يلزم لتحرير الالكترونات من سطح فلز ما دون إكسابها طاقة حركة

اسئلة التعليل والتفسير:

س: يتم تفريغ انتفاخ الخلية الكهروضوئية من الهواء؟
لتقليل تصادم الالكترونات الضوئية مع جزيئات الهواء و ضمان عدم إعاقتها

س: يغطى السطح الداخلي لكاثود الخلية الكهروضوئية بطبقة رقيقة من السيزيوم؟
لان الالكترونات تنطلق منه بشكل اكبر من الفلزات الأخرى لصغر دالة شغله

س: يصنع أنود الخلية الكهروضوئية على هيئة شبكة صغيرة القطر أو سلك معدني رفيع؟
لكي لا يحجب الضوء عن الكاثود

س: يصنع انتفاخ الخلية الكهروضوئية من الزجاج او (الكوارتز) أحياناً
ليسمح للأشعة الضوئية بالنفاذ خلاله

س: اسقطت حزمتان ضوئيتان متماثلتان تماما على فلزين مختلفين فانبعث الكترونات من احدهما ولم تنبعث من الاخر ؟
لان تردد الحزمة الضوئية اكبر من تردد العتبة لاحدهما (فانبعثت الالكترونات) واقل من تردد العتبة للفلز الاخر (فلم تنبعث الالكترونات)

س: الكترونات ذرات الطبقات القريبة من سطح الفلز تنطلق بسرعات أكبر من الكترونات الذرات السفلى؟
لأن الالكترونات المتحررة من الطبقات السفلى تتصادم وهي في طريقها إلى السطح مع ذرات تقع فوقها وتعترض طريقها فتفقد جزءً من طاقتها بسبب هذه التصادمات. بينما الكترونات السطح لا تصطدم بشيء.

س: لكي يتحرر الإلكترون الضوئي من سطح الفلز يجب ألا تقل طاقة الفوتون الساقط عن دالة الشغل للفلز ؟
بما أن $K_{\max} = hf - w$ فانه حتى تكون $K_{\max}$ موجبه يجب أن تكون $K_{\max} \geq w$

س: لكي يتحرر الإلكترون الضوئي من سطح الفلز يجب ألا يزيد طول موجة الفوتون الساقط عن طول موجة تردد العتبة للفلز ؟

بما أن $K_{\max} = hf - w = \frac{h.c}{\lambda} - \frac{h.c}{\lambda_{\circ}}$ فانه حتى تكون $K_{\max}$ موجبه يجب أن تكون $\lambda_{\circ} \geq \lambda$

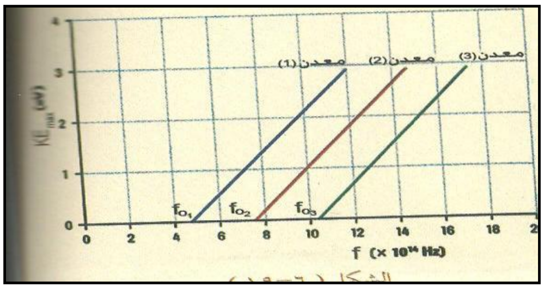
س: لا تحدث الظاهرة الكهروضوئية عند سقوط ضوء على فلز تردده اقل من تردد العتبه ؟

لان طاقة فوتونات الضوء الساقط اقل من دالة الشغل لالكترون الفلز

س: لماذا يعتمد مقدار التيار الكهربائي المار في الخلية الكهروضوئية على شدة الضوء الساقط؟

لان بزياده شدة الضوء الساقط تزداد عدد الفوتونات ، وكل فوتون يحرر الكترون واحد ، فان زياده شدة الضوء يزيد من عدد الالكترونات المنبعثة

س: بالرغم من ان تردد العتبة يختلف من عنصر الى اخر ، الا أن جميع العلاقات البيانية في الشكل المجاور ميلها متساوي



لان الميل هنا يمثل ثابت بلانك

وهو لايعتمد على تردد الضوء او نوع المعدن

العلا في الفيزياء/ عيسى خميس السعدي-مدرسة خنشير بن محمد

الاسئلة الموضوعية :(الجواب يكون اسفله خط)

س: عند اصطدام الفوتونات بسطح فلز فانها :

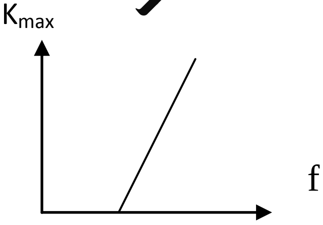
أ-تخترق سطح الفلز   ب- تفقد جزء من كتلتها

ج-ترتد عن سطح الفلز   <u>د- تنتقل طاقتها لالكترونات الفلز</u>

س: اذا زاد تردد الفوتونات الساقطة على الفلز،فان المقدار الذي لا يتغير من المقادير التالية هو:

أ-طاقة الفوتون الساقط   <u>ب-سرعة الفوتون الساقط</u>

ج-طاقة الالكترون المنبعث   د-سرعة الالكترون المنبعث



س: الرسم البياني المقابل يوضح تغير الطاقة الحركية العظمى (K_{max}) للإلكترونات الضوئية المنبعثة من كاثود الخلية الكهروضوئية بتغير تردد الضوء الساقط عيها (f) فإن ميل الخط البياني يمثل :

أ- e   **<u>ب- h</u>**

ج- hc   د- $\frac{h}{e}$

س: إذا كانت طاقة الفوتون الساقط على سطح فلز (E) ودالة الشغل لهذا الفلز (w) وكانت طاقة الفوتون كافية فقط لتحرير الإلكترون من سطح الفلز فإن :

أ- $w = E$ ب- $w > E$

ج- $w < E$ د- $w \leq E$

س: فوتون طاقته (4.4×10^{-19}) J يسقط على سطح فلز دالة شغله (3.3×10^{-19}) J وبالتالي فإنه :

أ- لا تنبعث من سطح هذا الفلز إلكترونات

ب- ينبعث إلكترون بطاقة حركية 7.7×10^{-19} J

ج- ينبعث إلكترون بطاقة حركة 1.1×10^{-19} J

د- ينبعث إلكترون بطاقة حركية 0.75 J

س: سقط ضوء أحادي اللون على كاثود خلية كهروضوئية فكان جهد الايقاف v (-3) فإن طاقة حركة أسرع الإلكترونات المنبعثة بوحدة (e.v) تساوي:

أ- 1.5 ب- 3 ج- 6 د- 9

س: إذا سقطت فوتونات ضوئية على سطح فلز دالة شغله ev (4) وحررت منه إلكترونات الطاقة الحركية العظمى لكل منهما ev (3) فإن طاقة كل فوتون بوحدة (ev) تساوي :

أ- 7 ب- 1.33

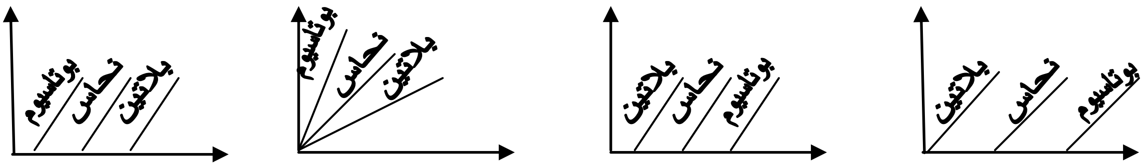
ج- 1 د- 0.75

س: الفوتون الذي طاقته e.v (3) يكون تردده بوحدة (Hz) تساوي :

أ- 0.727×10^{15} ب- 0.454×10^{15}

ج- 1.375×10^{-15} د- 2.2×10^{-34}

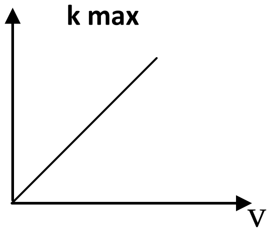
س: اذا علمت ان تردد العتبة لكل البوتاسيوم والنحاس والبلاتين يساوي على الترتيب (5.36×10^{14}) ، (10.7×10^{14}) ، (15×10^{14}) هرتز فان التعبير البياني الذي يوضح تغير جهد القطع (الايقاف) لكل منها بتغير تردد الضوء الساقط f هو :



☐ ☐ ☐ ☐

الفيزياء عيسى خميس السعدي-مدرسة خنش بن محمد

س: ميل الخط البياني المقابل والذي يمثل العلاقة بين طاقة الحركة العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة (k_{max}) والقيمة المطلقة لجهد الايقاف (V) يساوي :



أ- سرعة الإلكترونات

ب- كتلة الإلكترون

ج- ثابت بلانك

د- شحنة الإلكترون

س: الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية تتناسب :

أ- طردياً مع القيمة المطلقة لجهد القطع

ب- عكسياً مع القيمة المطلقة لجهد القطع .

ج- طردياً مع شدة الضوء الساقط

د- عكسياً مع شدة الضوء الساقط

س: إذا أسقطت حزمة ضوئية خضراء على سطح فلز ولم تتحرر منه إلكترونات ، فإن الحزمة الضوئية التي يحتمل أن تحرر الإلكترونات من نفس السطح هي :

أ- صفراء　　　　**ب- زرقاء**

ج- برتقالية　　　　د- حمراء

س: إحدى الكميات التالية لا تعبر عن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية :

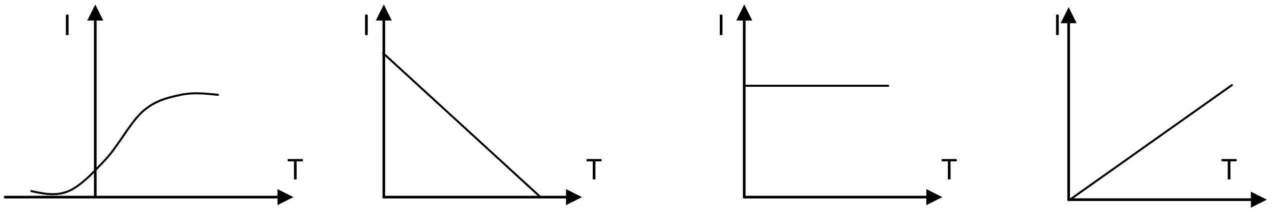
أ- طاقة الفوتون – دالة الشغل

ب- شحنة الإلكترون × جهد القطع

ج- ½ × كتلة الإلكترون × مربع سرعته العظمى

د- ثابت بلانك × تردد الفوتون الساقط

س: الرسم البياني الذي يوضح تغير شدة التيار الكهروضوئي (I) في دائرة خلية كهروضوئية بتغير شدة الضوء الساقط (T) هو



- أ -　　- ب -　　- ج -　　- د -

المرجع في الفيزياء/ أ. عيسى خميس السعدي-مدرسة خنبش بن محمد

المسائل والتمارين :

س: فوتون طاقته 600 ev أوجد طوله الموجى

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.6\times10^{-34} \times 3\times10^{8}}{600\times1.6\times10^{-19}} = 2,068\times10^{-9}\ m$$

$$= 2,06\ nm$$

س: احسب الطاقة بالجول والالكترون فولت لفوتون الضوء الأزرق ذى الطول الموجى 450nm

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6\times10^{-34} \times 3\times10^{8}}{450\times10^{-9}} = 4.42\times10^{-9}\ J$$

$$E_{eV} = \frac{4.42\times10^{-9}}{1.6\times10^{-19}} = 2.76\ eV$$

س:احسب دالة الشغل لمعدن الصوديوم بوحدة الالكترون فولت اذا كان الطول الموجى الكهروضوئى الحرج 680nm

$$W = hf_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6.6\times10^{-34})(3\times10^{8})}{680\times10^{-9}}$$

$$= 2.9\times10^{-19}\ J$$

$$W = \frac{2.9\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 1.83\ eV$$

$1.83\ eV$

س: برهن أن الطول الموجي الأشعة السينية الطول الموجي يعطي بالعلاقة (الطول الموجي = 12.3/ E)

حيث E هي الطاقة مقدرة بالوحدة kev و الطول الموجي بالوحدة A°

$$E = hf$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

التحويلات

$$E(keV) = 1000 \times 1.6\times10^{-19} \quad : E\ J$$

$$\lambda(Å) = 10^{-10}\ m$$

$$= \frac{(6.6\times10^{-34})(3\times10^{8})}{(1000)(1.6\times10^{-19})(10^{-10})E} = \frac{1.98\times10^{-25}}{(1.6\times10^{-26})E}$$

$$\boxed{\lambda = 12.37/E}$$

المسائل والتمارين : (الحل النهائى فقط)

س: احسب فرق الجهد اللازم لايقاف أسرع الفوتونات التى تنبعث من سطح النيكل بتأثير اشعة فوق بنفسجية طولها الموجى 200 nm علما بأن دالة الشغل للنيكل تساوى 5.01 ev

الجواب: $v_{\circ} = 1.2\ V$

س: اذا كانت دالة الشغل للنحاس 4.4 ev فهل تنبعث من سطحه فوتونات عندما يضاء بالضوء المرئى ؟

الجواب: $\lambda = 283\ nm$

لا تنبعث فوتونات من سطح النحاس

س: احسب السرعة التى تنبعث بها أسرع الالكترونات الضوئية من سطح طوله الموجى الحرج هو 600nm عندما يضاء السطح بضوء طوله الموجى 400nm ؟

الجواب : $v = 6.018 \times 10^{5}\ m/s$

س: سقط ضوء أحادي اللون طول موجته $5000\ A^{0}$ على لوح من البوتاسيوم دالة شغله تساوي 2.1 e.v احسب:

أ-تردد العتبة للبوتاسيوم: $f_{\circ} = 5 \times 10^{15}\ Hz$

ب-الطاقة الحركية العظمى لاسرع الالكترونات الضوئية المنبعثة: $Kh_{max} = 6 \times 10^{-20}\ J$

ج-جهد الايقاف : $v_{\circ} = -\ 0.375\ v$

س: دالة الشغل لفلز البلاتين 6.3 ev فما مقدار كل من :

أ- تردد العتبة: $f_{\circ} = 1.5 \times 10^{15}\ Hz$

ب- طول موجة تردد العتبة: $\lambda_{\circ} = 2 \times 10^{-7}\ m$

ج- طاقة الحركة العظمى للإلكترون إذا كان تردد الأشعة الساقطة: $Kh_{max} = 1.9 \times 10^{-18}\ J$

د- جهد الإيقاف: $v_{\circ} = 12.3\ v$

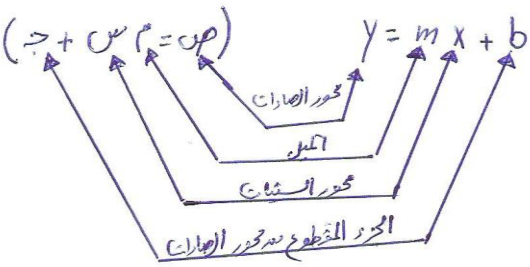
الأول في الفيزياء أ. عيسى خميس السعدي مدرسة خنش بن محمد

تفسير المنحنيات

تفسير المنحنيات : اعداد م. عيسى خميس السعدي

معادلة الخط المستقيم

$y = m x + b$ (ص = م س + ج)



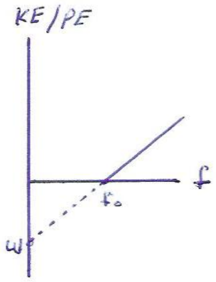
نحن لدينا هذه المعادلة (العلاقة)

$$hf = KE + W_0$$

$y = m x + b$

$KE = hf - W$

↓ الميل ↓ الجزء المقطوع من محور الصادات



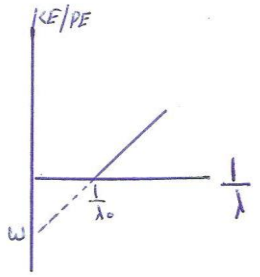
$y = m x + b$

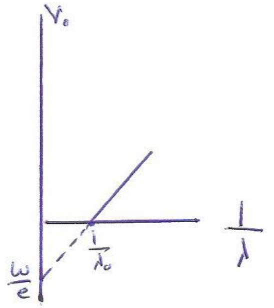
$KE = hf - W$

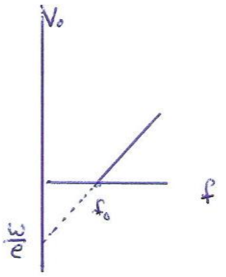
$KE = \frac{hc}{\lambda} - W$

$KE = hc \frac{1}{\lambda} - W$

↓ الميل ↓ الجزء المقطوع من محور الصادات







$y = m x + b$

$KE = hf - W$

$eV_0 = \frac{hc}{\lambda} - W$

$eV_0 = hc \frac{1}{\lambda} - W$

$V_0 = \frac{hc}{e} \frac{1}{\lambda} - \frac{W}{e}$

↓ الميل ↓ الجزء المقطوع من محور الصادات

$y = m x + b$

$KE = hf - W$

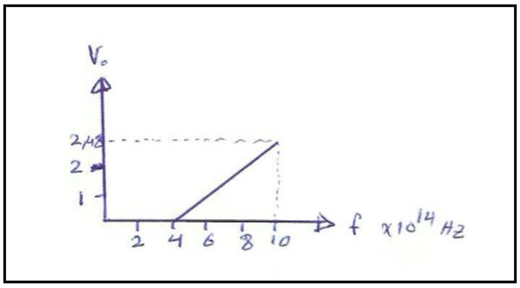
$eV_0 = hf - W$

$V_0 = \frac{h}{e} f - \frac{W}{e}$

↓ الميل ↓ الجزء المقطوع من محور الصادات

امثلة وتمارين ومسائل

س: يمثل الشكل المجاور العلاقة بين جهد الايقاف وتردد الفوتونات الساقطة على مهبط خلية كهروضوئية بالاعتماد على الشكل احسب :



أ-مقدار ثابت بلانك

ب-دالة الشغل

ج-الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة عند سقوط اشعة ترددها (12×10^{14} Hz)

أ) ثابت بلانك

الميل = فرق الصادات / فرق السينات $= \frac{zero - 2,48}{(f_0)\,4 - 10} = \frac{2,48}{6\times10^{14}}$

$\frac{h}{e} = \frac{2,48}{6\times10^{14}} \Leftarrow$ ،

$\frac{h}{1.6\times10^{-19}} = \frac{2,48}{6\times10^{14}}$

$h = \frac{(2,48)(1.6\times10^{-19})}{6\times10^{14}} = \frac{3,968\times10^{-19}}{6\times10^{14}} = 6.6\times10^{-34}$

ب) دالة الشغل

قيمة f_0 من الشكل المعطى

$W = hf_0$

$= (6.6\times10^{-34})(4\times10^{14})$

$= 2.6\times10^{-19}$ J

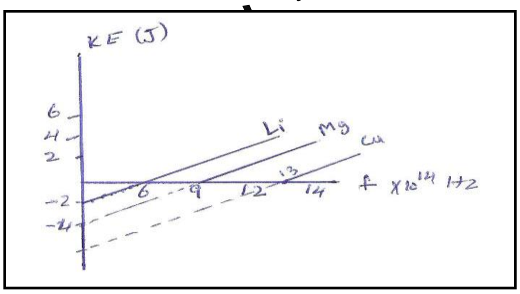
ج)

$KE = hf - W$

$= (6.6\times10^{-34})(12\times10^{14}) - (2.6\times10^{-19})$

$= 5,3\times10^{-19}$ J

س: يوضح الشكل العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على معدن والطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنطلقة من المعدن وذلك لمعادن مختلفة بالاعتماد على الشكل احسب :



أ-تردد العتبة لعنصر الليثيوم

ب- دالة الشغل لعنصر النحاس

ج-اذكر اسماء العناصر التي يحدث لها الظاهرة الكهروضوئية ، اذا كان تردد الضوء الساقط يساوي 12×10^{14} Hz

1) تردد العتبة لعنصر الليثيوم من الشكل

6×10^{14} Hz

2) دالة الشغل لعنصر النحاس

$W = hf_0$

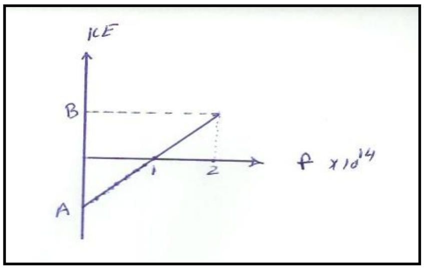
$= (6.6\times10^{-34})(13\times10^{14})$

$= 8.58\times10^{-19}$ J

3) الليثيوم، المغنيسيوم

المسائل والتمارين : (الحل النهائي فقط)

س: الشكل المجاور يبن منحنى الطاقة الحركية مع التردد لحلية كهروضوئية ، بالاعتماد على الشكل احسب : أ-تردد العتبة



ب- قيمة كل من A و B

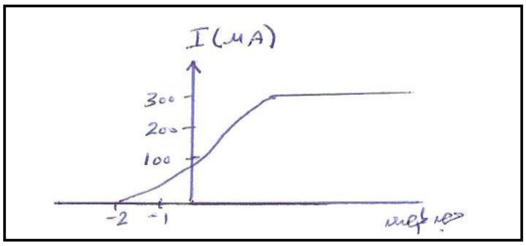
الجواب: أ- 1×10^{14} Hz

ب- A يمثل داله الشغل $W=6.6\times10^{-20}$ J

B يمثل الطاقة الحركية $KE=6.6\times10^{-19}$ J

....

س : يوضح الشكل المجاور العلاقة البيانية بين جهد المصعد في خلية كهروضوئية والتيار الناتج عن سقوط ضوء تردده 2×10^{15} Hz



معتمدا على الشكل احسب

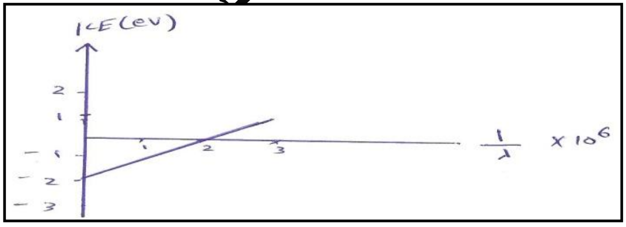
أ-دالة الشغل لمادة المهبط

ب-الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة

الجواب: أ-$W = 1\times10^{-18}$ J

ب-$KE= 3.2\times10^{-19}$ J

في تجربة لتحقيق معادلة انشتاين للانبعاث الكهروضوئي وحساب ثابت بلانك كانت العلاقة بين مقلوب الطول الموجي وطاقة حركة الالكترونات المنبعثة من سطح الكاثود يمثلها الشكل المجاور



1-اثبت ان $KE= hc\frac{1}{\lambda} - w$

2-اوجد مقدار دالة الشغل

3- احسب قيمة ثابت بلانك

الجواب:

① $KE = hf - w$

$KE = \frac{hc}{\lambda} - w$

$KE = hc\frac{1}{\lambda} - w$

② من الرسم

$W = -2$ eV

③ $h = 5,33\times10^{-34}$

العلامة في الفيزياء-أ. عيسى خميس السعدي-مدرسة